

DIALOG(R) File 351:Derwent WPI
(c) 2006 Thomson Derwent. All rts. reserv.

008822431

WPI Acc No: 1991-326444/199145

XRPX Acc No: N91-250013

Electromagnetic valve function monitoring method - measuring coil voltage and/or current fluctuations after applying actuating current

Patent Assignee: LUCAS IND PLC (LUCA)

Inventor: HEINZ G; SCHNEIDER K

Number of Countries: 001 Number of Patents: 002

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
DE 4013393	A	19911031	DE 4013393	A	19900426	199145 B
DE 4013393	C	19920604	DE 4013393	A	19900426	199223

Priority Applications (No Type Date): DE 4013393 A 19900426

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan Pg	Main IPC	Filing Notes
-----------	------	--------	----------	--------------

DE 4013393	C	8	G01M-013/00
------------	---	---	-------------

Abstract (Basic): DE 4013393 A

The method monitors the function of an electromagnetic valve by measuring the variation with time of the voltage and/or current of a coil. When a current causing the valve to operate is applied the rise in the voltage and/or current is measured against time and compared with a demand value (U1).

Fluctuations in the coil voltage and/or current are measured for a defined period (T1-T3) after the current is applied.

ADVANTAGE - For controlling braking pressure and slip in vehicle, e.g. ABS and ASR - systems. Reliable indication is obtained of functionality of valve. (8pp Dwg.No.2/4)

Abstract (Equivalent): DE 4013393 C

The method of monitoring the functioning of an electromagnetic valve involves measuring the variation of a valve coil voltage or current against time. When the valve actuation current is switched on the rise in the coil current or voltate is measured against time over a period (t1-t2) which is so short that no mechanical movement has occurred in the valve.

The measured values are compared with a desired value (Us1). When a defined period has elapsed after switch-on, the voltage and/or current is measured to determine whether it lies within a defined measurement window.

USE/ADVANTAGE - The method and circuit enable reliable detection of electrical valve defects such as coil short or open circuits or incorrect resistance or inductance.

Title Terms: ELECTROMAGNET; VALVE; FUNCTION; MONITOR; METHOD; MEASURE; COIL ; VOLTAGE; CURRENT; FLUCTUATION; AFTER; APPLY; ACTUATE; CURRENT

Derwent Class: Q66; S01; S02; V02; X22

International Patent Class (Main): G01M-013/00

International Patent Class (Additional): F16K-031/06; G01R-031/02; H01F-007/18

File Segment: EPI; EngPI

Manual Codes (EPI/S-X): S01-G; S02-J03; V02-E02A; X22-C01; X22-G
?

THIS PAGE BLANK (USPTO)

⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑯ Patentschrift
⑯ DE 40 13 393 C 2

⑯ Int. Cl. 5:
G 01 M 13/00
G 01 R 31/02
H 01 F 7/18
F 16 K 31/06

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑯ Patentinhaber:

Lucas Industries p.l.c., Birmingham, West Midlands,
GB

⑯ Vertreter:

Wuesthoff, F., Dr.-Ing.; Frhr. von Pechmann, E.,
Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Behrens, D., Dr.-Ing.; Goetz,
R., Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing.; Hellfeld von, A.,
Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.; Brandes, J.; Dipl.-Chem.
Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte; Würtenberger, G.,
Rechtsanw., 8000 München

⑯ Erfinder:

Heinz, Günther, 5405 Ochtendung, DE; Schneider,
Konrad, 5453 Horhausen, DE

⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE-OS 38 17 770
DE-OS 38 07 278
DE-OS 37 30 523

⑯ Verfahren und Schaltungsanordnung zum Überwachen der Funktion eines Elektromagnetventils

DE 40 13 393 C 2

DE 40 13 393 C 2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Überwachen der Funktion eines Elektromagnetventils, bei dem der Verlauf der Spannung und/oder des Stromes einer Spule des Ventils in Abhängigkeit von der Zeit gemessen wird. Weiterhin betrifft die Erfindung eine Schaltungsanordnung zum Überwachen der Funktion eines Elektromagnetventils mit einer Einrichtung zum Messen des Verlaufs der Spannung und/oder des Stromes einer Spule des Ventils in Abhängigkeit von der Zeit.

In der Regel- und Steuerungstechnik werden Elektromagnetventile als Stellglieder benutzt, um z. B. Drücke und Fluidströme oder bei Hubmagneten Stellstrecken zu verändern.

Insbesondere bei bezüglich der Sicherheit kritischen Anlagen ist es erforderlich, die Funktion von Elektromagnetventilen zu überwachen.

Im Stand der Technik sind Verfahren und Schaltungen bekannt, um die Funktion von Magnetventilen zu überprüfen.

So beschreibt die DE 38 07 278 A1 ein Verfahren zum Überprüfen von Magnetventilen, bei dem eine Änderung des Erregerstromes der Magnetspule in Abhängigkeit von der Zeit erfaßt und unter logarithmischer Verstärkung aufgezeichnet wird. Aufeinanderfolgende Messungen dieses Signals werden in einem Computer gespeichert und miteinander verglichen. Der Vergleich der aufeinanderfolgenden Messungen erlaubt eine Bewertung des Funktionszustandes des betreffenden Magnetventils. Für die Messung ist ein Ferritring vorgesehen, der die Zuleitung zur Magnetspule umschließt und mit zwei gegenüberlieufig gewickelten Spulen versehen ist. Diese Meßanordnung ist relativ aufwendig. Verfolgt wird dabei das Einschaltsignal des Erregerstromes der Magnetspule, um aus einem charakteristischen Verhalten des zeitlichen Verlaufs des Stromes (bei dem ein Peak dann auftritt, wenn die Nadel des Magnetventils sich zu bewegen beginnt) eine Aussage über den Zustand des Ventils zu gewinnen.

Die WO 88/02 491 A1 beschreibt ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Erfassung der Ansprechspannung eines Magnetventils, bei dem bzw. der eine Prüfspannung an das Ventil angelegt wird und diejenige Prüfspannung ermittelt wird, bei der das Ventil anspricht.

Die DE 38 17 770 A1 beschreibt eine Einrichtung zur getakteten Ansteuerung eines elektromagnetischen Ventils, bei der die zwei Endlagen des beweglichen Ventilelementes dadurch erfaßt werden, daß jeweils ein Einbruch des Erregungsstromes der Ventilspule erfaßt wird. Ein solcher Einbruch des Erregungsstromes erfolgt dann, wenn sich die Magnettadel bewegt und in der Spule eine Spannung induziert.

In der DE 37 30 523 A1 wird ein Verfahren zum Ermitteln der Schaltzeiten von Magnetventilen beschrieben, bei dem mittels einer externen Energiequelle eine Induktivitätsänderung zu den Schaltzeiten des Magnetventils auf einen feststellbaren Signalpegel angehoben wird. Dort ist in Fig. 2b eine Schaltungsanordnung gezeigt, bei der eine Spannung über der Magnetspule abgegriffen wird. Der Stromfluß durch die Magnetspule wird durch einen Transistor gesteuert. Diese Anordnung mit Abgriff einer Spannung über der Magnetspule ist bezüglich der Aussagekraft des Meßsignales verbesserungsfähig.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, das eingangs genannte gattungsgemäße Verfahren und eine entsprechende Schaltungsanordnung derart auszubilden,

den, daß elektrische Defekte des Ventils, wie ein Kurzschluß der Spule oder deren Zuleitung bei eingeschalteter Endstufe, ein Leerlauf der Endstufe, wie z. B. eine Unterbrechung der Spulenwicklung oder der Zuleitung, oder auch ein unzulässiger Spulenwiderstand oder eine unzulässige Induktivität der eingeschalteten Endstufe zuverlässig ermittelt werden können.

Das erfindungsgemäße Verfahren und eine entsprechende Schaltungsanordnung zur Lösung dieser Aufgabe sind in den Patentansprüchen 1 bzw. 4 beschrieben.

Die abhängigen Ansprüche beschreiben bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung.

Zu unterscheiden sind zum einen sogenannte geschaltete Endstufen, bei denen das Elektromagnetventil bei 15 Betätigung kontinuierlich mit konstanter Spannung bzw. Strom versorgt wird, und sogenannte getaktete Endstufen, bei denen das Elektromagnetventil gepulst mit Spannung bzw. Strom beschickt wird. Getaktete Endstufen finden zunehmend insbesondere in der ABS- 20 Technik Verwendung, da sie einen geringeren Leistungsverbrauch aufweisen und schneller schaltbar sind. Bei beiden Arten von Endstufen sind die erfindungsgemäßen Lösungen einsetzbar.

Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 schematisch ein Schaltbild für eine Elektromagnetventilsteuerung für eine ABS-Anlage mit einer geschalteten Endstufe;

Fig. 2 den zeitlichen Verlauf der über der Spule (L) 30 des Elektromagnetventils abgegriffenen Spannung sowie anderer Signale;

Fig. 3 ein Blockschaltbild für ein getaktet angesteuertes Elektromagnetventil und

Fig. 4 den Verlauf des Stromes und der Spannung der Spule des Ventils gemäß Fig. 3 sowie anderer Meßgrößen.

Zunächst wird anhand der Fig. 1 und 2 die Erfindung für ein Elektromagnetventil mit geschalteter Endstufe beschrieben, d. h. die Spule des Ventils wird nicht getaktet im Betriebszustand gehalten, sondern im Betriebszustand kontinuierlich mit konstantem Strom gespeist.

Die Schaltung gemäß Fig. 1 zeigt die Spule L eines Magnetventils, an die zur Betätigung des Ventils eine Betriebsspannung U_B angelegt wird. Die Betriebsspannung U_B wirkt in bezug auf ein Referenzpotential R .

Der Stromfluß durch die Spule L wird durch einen Transistor T (mit Widerstand R) gesteuert. Das Steuersignal S für den Transistor T stammt von einer Ansteuerschaltung C (sogenannter Controller): Wird der Transistor T 50 angesteuert, also durchgeschaltet, so fließt Strom vom Betriebspotential U_B durch die Spule L zu dem Referenzpotential R , z. B. der sogenannten Masse. Am spulenseitigen Ausgang T_L des Ausgangstransistors T der Ansteuerschaltung C wird eine Spannung U gegen Masse abgegriffen und in einen Verstärker V gegeben. Das verstärkte Signal wird in eine Meß- und Auswerteschaltung M eingegeben.

Fig. 2 zeigt über einer gemeinsamen Zeitskala den Verlauf der am Punkt T_L gemessenen Spannung an der Spule L (es kann auch die Spannung direkt über der Spule abgegriffen werden) und weitere interessierende Meßsignale.

Zum Zeitpunkt t_1 schaltet der Transistor T (Fig. 1) aufgrund eines Signals S durch, d. h. die Ansteuerspannung U_a (Fig. 2) des Ventils geht von 0 auf die Betriebsspannung U_B . Da das Ventil nicht getaktet betrieben wird, bleibt dieser Wert der Ansteuerspannung U_a während der gesamten Betriebsphase des Ventils erhalten.

Aufgrund der Einschaltung von Spannung und Strom steigt die über die Spule L fließende, dem Strom I_s äquivalente Spannung U_s von 0 gemäß Fig. 2 (oberes Teilbild) steil an. Es ist bekannt, daß der Spannungsanstieg beim Einschalten des Ventils ein Minimum M_{in} aufweist aufgrund einer bei Betätigung des Ventilstößels auftretenden elektromagnetischen Induktion.

Erfindungsgemäß wird nun gleich zu Beginn beim Einschalten des Stromes durch die Spule L zum Zeitpunkt t_1 eine Messung durchgeführt. Hierzu wird ermittelt, ob der Anstieg der Spannung U_s in einer vorgegebenen Zeitspanne t_1 bis t_2 innerhalb eines durch Soll-Werte liegenden Fensters liegt. Dabei wird die Zeitspanne t_1 bis t_2 so kurz gewählt, daß sie bereits vor der mechanischen Ventilbewegung abgeschlossen ist. Die Messung erfolgt also rein elektrisch. Die Meß- und Auswerteschaltung M (Fig. 1) vergleicht den zum Zeitpunkt t_2 erreichten Spannungswert U_{s1} mit Soll-Werten. Fällt der gemessene Spannungswert U_{s1} aus dem durch die Soll-Werte definierten Fenster, so zeigt dies einen Funktionsmangel des Ventils an. Auf diese Weise ist bereits zu Beginn einer Ventilbetätigung eine Erkennung von Kurzschlüssen und auch von Induktivitäts- und Widerstandsänderungen am Ventil möglich. Insbesondere Windungs-Kurzschlüsse in der Spule sind so erkennbar. Die Zeitspanne t_1 bis t_2 ist in Fig. 2 unten dargestellt und das zugehörige Meßsignal U_{m1} deutet an, daß in der Meß- und Auswerteschaltung M für diese Zeitspanne die vorstehend beschriebene Überprüfung der erzielten Spulenspannung U_{s1} und deren Vergleich mit Soll-Werten durchgeführt wird.

Zum Zeitpunkt t_3 etwa erreicht das Elektromagnetventil seinen mechanischen Schließzustand. Danach nähert sich die Spulenspannung U_s einem Endpegel U_p (Fig. 2, oben). Für diesen Zustand des Ventils erfolgt erfindungsgemäß eine weitere Funktionsüberprüfung derart, daß ab dem Zeitpunkt t_3 (zugehöriges Meß-Steuersignal U_{m2}) geprüft wird, ob die Spulenspannung U_s in einem durch Grenzwerte U_{s2} , U_{s3} vorgegebenen Fenster bleibt. Das Fenster ist in Fig. 2 mit dem Pfeil U_f angedeutet. Fällt die gemessene Spulenspannung U_s aus dem Fenster U_f , so zeigt dies ebenfalls einen Funktionsfehler des Ventils an.

Mit der betriebenen Schaltung können Kurzschlüsse des Elektromagneten sowohl gegen die Betriebsspannung U_B und gegen die Masse leicht erkannt werden. Ebenfalls werden sofort Induktivitäts- und Widerstandsänderungen im Elektromagnetventil erfaßt. Das Fehler-Signal wird bereit beim Ansteuern der Endstufe gewonnen.

Die beiden vorstehend beschriebenen Funktionsmessungen, nämlich die Messung des Anstiegsgradienten der Spulenspannung direkt nach dem Einschalten des Spulenstromes (Zeitspanne t_1 bis t_2) sowie die Messung des stationären Betriebszustandes des Ventils (Fenster U_f) können bevorzugt gemeinsam zur Überwachung der Funktion eines Elektromagnetventils eingesetzt werden.

Die Soll-Werte (Vergleichswerte für die Spulenspannung U_s) können fest vorgegeben oder bevorzugt variabel eingestellt werden, insbesondere in Abhängigkeit von der Temperatur des Ventils und unter Berücksichtigung unterschiedlicher Betriebsspannungen U_B . Auf diese Weise können die Fenster variabel gestaltet werden, um Einflüsse durch unterschiedliche Versorgungsspannungen oder unterschiedliche Temperaturen des Elektromagneten auszugleichen. Die Soll-Werte (Fenster) können sehr klein gehalten werden, um eine hohe

Meßgenauigkeit zu erreichen.

Ein Kurzschluß der Spule des Magneten oder von deren Zuleitung hat zur Folge, daß die Spannung U_s über den Schwellenwert U_{s3} ansteigt. Solange sich die Spannung U_s an der Spule nach dem Zeitpunkt t_3 im Fenster U_f befindet, liegt das Signal U_{m2} mit erhöhtem Pegel an und zeigt, daß die Spule insoweit fehlerfrei funktioniert. Sobald das Spannungssignal U_s aus dem Fenster U_f fällt, fällt auch die Spannung U_{m2} auf 0 ab, was einen Fehler anzeigt und worauf die Endstufe zum Schutz sofort abgeschaltet werden kann. Entsprechend können auch Unterbrechungen der Spulenwickelung oder der Zuleitung festgestellt und ausgewertet werden. Ebenso können Widerstandsänderungen (Erhöhung durch Kontaktwiderstände oder Windungsschlüsse in der Spule) festgestellt und ausgewertet werden.

Die Messung gleich zu Beginn nach Einschalten der Endstufe (im Anschluß an den Zeitpunkt t_1) ermöglicht eine Abschätzung der Induktivität der Spule L und einen Vergleich mit zulässigen Toleranzwerten.

Die Fig. 3 und 4 erläutern die erfindungsgemäße Lösung der eingangs gestellten Aufgabe für eine sogenannte getaktete Endstufe. Getaktete Endstufen zur Steuerung von Elektromagnetventilen werden insbesondere bei ABS-Anlagen zunehmend eingesetzt, da sie die Verlustleistung beim Ansteuern der Ventile senken (geringere Wärmeentwicklung). Eine zusätzliche Verringerung der Verlustleistung wird durch sogenannte "peak and hold"-Schaltungen erreicht, bei denen der Elektromagnet am Anfang einer Ventilbetätigung einen relativ hohen Anfangsstrom erhält, um das Ventil zu einem schnellen Anziehen zu veranlassen, wonach dann ein relativ geringer Haltestrom getaktet in der Haltephase fließt.

In dem so erreichten stationären Haltezustand des Ventils mit getakteter Spannungsversorgung der Ventilspule weisen auch der durch die Spule fließende Strom I_{sp} sowie die an der Spule abgegriffene Spannung U_{sp} einen getakteten Verlauf auf, d. h. bilden eine Impulsfolge; wobei der tiefer liegende Pegel der Impulsfolge nicht gegen 0 geht. Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß das sogenannte Tastverhältnis (Puls-Pause-Verhältnis) des durch die Spule des Magneten fließenden Stromes und/oder der am Ventil abgegriffenen Spannung eine Aussage über die Funktionstüchtigkeit der elektrischen Komponenten des Ventils ermöglicht.

Fig. 3 zeigt schematisch ein Blockschaltbild für eine Stromversorgung eines getaktet betriebenen Elektromagnetventils. Die Spule des Ventils ist mit L bezeichnet: Eine Betriebsspannung U_B fließt durch die Spule L gegen Masse. Geschaltet wird die Betriebsspannung U_B mittels einer getakteten Endstufe E, die durch ein Spannungssignal U_{st} angesteuert wird, um das Ventil zu betätigen. Die getaktete Endstufe E ist als solches bekannt; sie erzeugt ein periodisches Taktieren der Versorgungsspannung an der Spule L. Beim in Fig. 3 dargestellten Ausführungsbeispiel der Schaltung handelt es sich um einen sogenannten "low side"-Treiber, d. h. die Treiberschaltung für die Spannungsversorgung der Spule L liegt an der entgegengesetzten Seite der Spule wie die Betriebsspannung U_B . Die Erfindung läßt sich auch auf sogenannte "high side"-Treiber übertragen.

Die Meßanordnung gemäß Fig. 3 weist einen Amplitudenbegrenzer 10, einen Tiefpaß 12 und eine Vergleichsschaltung 14 auf. Die Vergleichsschaltung 14 gibt am Anschluß 16 ein Fehlersignal ab.

Fig. 4 zeigt über einer gemeinsamen Zeitachse die

zeitlichen Verläufe der Steuerspannung U_{S1} (siehe auch Fig. 3), des durch die Spule L fließenden Stromes I_S , der über der getakteten Endstufe E abfallenden Spannung U_{End} und der am Punkt T_L abgeleiteten Spulenspannung U_{Sp} .

Gemäß Fig. 4 wird das Steuersignal U_{S1} zum Zeitpunkt t_1 eingeschaltet. Der Strom I_S durch die Spule L steigt dann von 0 auf einen relativ hohen Wert an ("peak and hold"). Unterhalb des Spulenstromes I_{Sp} ist die Spannung U_{End} der getakteten Endstufe E über der Zeit aufgetragen. Sie bewirkt den gezeigten Verlauf des Spulenstromes I_{Sp} und der Spulenspannung U_{Sp} (Fig. 4). Nach Überschreiten eines Maximums bei t_2 erreichen Spulenstrom und Spulenspannung stationäre Haltwerte mit getaktetem (gepulstem) Betrieb. Beim Abschalten der Steuerspannung U_{S1} zum Zeitpunkt t_4 tritt im Verlauf der Spannung U_{End} der Endstufe E ein Maximum X auf, das durch den Amplitudenbegrenzer 10 weggefiltbert wird. Nach Passieren des Tiefpasses 12 wird dann das Spannungssignal U_{Sp} in der Meß- und Vergleichschaltung 14 ausgewertet. Hierzu wird das sogenannte Tastverhältnis der getakteten Spulenspannung überwacht, d. h. das Verhältnis von Pulsdauer und Pausendauer. Liegt diese Verhältnis außerhalb vorgegebener Schwellenwerte, so zeigt dies einen Funktionsfehler des Ventils an.

Gemäß der in Fig. 4 gezeigten bevorzugten Ausgestaltung wird zur Überwachung des Tastverhältnisses ein Signal U_{Sp} erzeugt, das nach Amplitudenbegrenzung und Invertierung der Spannung gewonnen wird und den in Fig. 4 gezeigten Verlauf aufweist. Ein Meßfenster U_F wird durch Spannungs-Schwellenwerte U_{F1} und U_{F2} gebildet. Der Verlauf der Spannung U_{Sp} liegt zwischen den Schwellenwerten U_{F1} , U_{F2} wenn die Stromversorgung des Ventils keinen Fehler aufweist.

Das anhand der Fig. 3 und 4 beschriebene Meßverfahren ermöglicht die Erkennung folgender Fehler: (a) Kurzschluß der Spule oder deren Zuleitung bei eingeschalteter Endstufe; (b) Leerlauf der Endstufe, d. h. Unterbrechung der Spulenwicklung oder der Zuleitung; (c) unzulässiger Spulenwiderstand und unzulässige Induktivität der eingeschalteten Endstufe; und (d) Kurzschlüsse gegen die Versorgungsspannung U_B oder gegen Masse.

Patentansprüche

45

1. Verfahren zum Überwachen der Funktion eines Elektromagnetventils, bei dem der Verlauf der Spannung und/oder des Stromes einer Spule (L) des Ventils in Abhängigkeit von der Zeit gemessen wird, dadurch gekennzeichnet, daß beim Einschalten des eine Ventilbetätigung einleitenden Stromes durch die Spule (L) der Anstieg der Spannung und/oder des Stromes der Spule (L) in Abhängigkeit von der Zeit während einer Zeitspanne ($t_1 - t_2$), die so kurz ist, daß das Ventil in ihr noch keine mechanische Bewegung ausgeführt hat, gemessen und mit einem Soll-Wert (U_{S1}) verglichen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß nach Ablauf einer vorgegebenen Zeitspanne ($t_1 - t_3$) nach Einschalten eines eine Ventilbetätigung einleitenden Stromes gemessen wird, ob die Spulenspannung (U_S) und/oder der Spulenstrom innerhalb eines vorgegebenen Meßfensters (U_F) liegen.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Soll-Wert in Abhängigkeit von der augenblicklichen Versorgungs-

spannung (U_B) und/oder der Temperatur des Ventils eingestellt wird.

4. Schaltungsanordnung zum Überwachen der Funktion eines Elektromagnetventils mit einer Einrichtung zum Messen des Verlaufs der Spannung und/oder des Stromes einer Spule (L) des Ventils in Abhängigkeit von der Zeit, gekennzeichnet durch einen Komparator (M) zum Vergleichen das beim Einschalten des eine Ventilbetätigung einleitenden Stromes durch die Spule (L) in einer vorgegebenen Zeitspanne ($t_1 - t_2$), die so kurz ist, daß das Ventil in ihr noch keine mechanische Bewegung ausgeführt hat, erreichten Spannungs- und/oder Stromwertes mit einem Soll-Wert.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 1

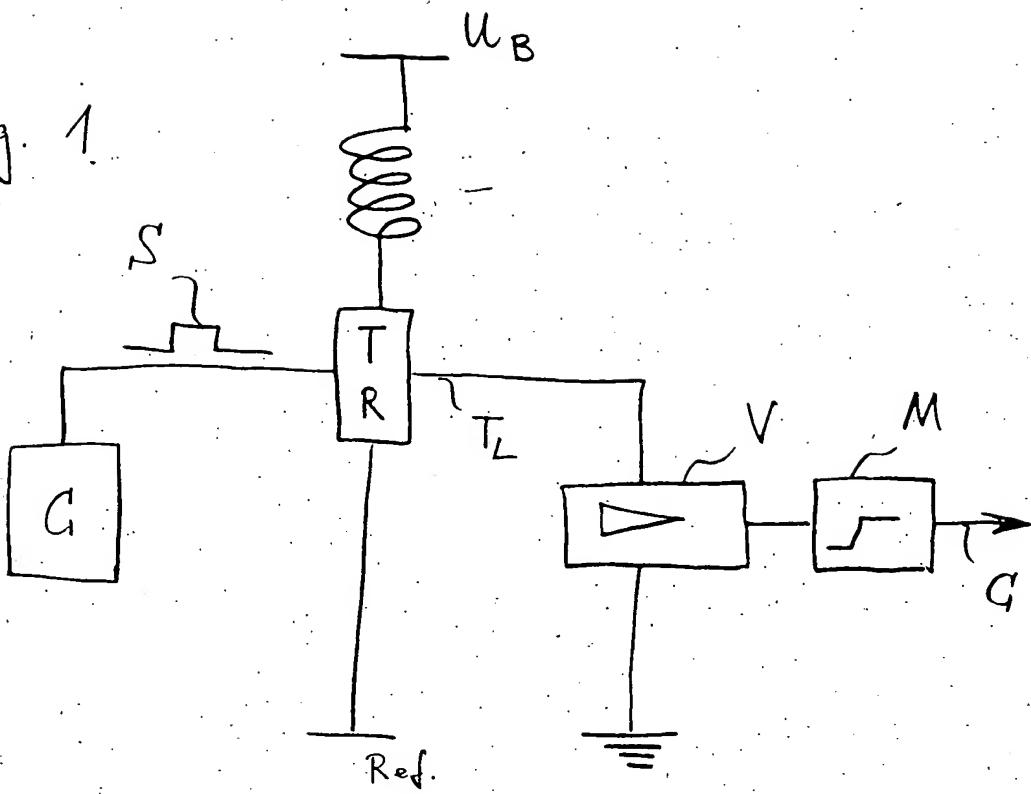


Fig. 2

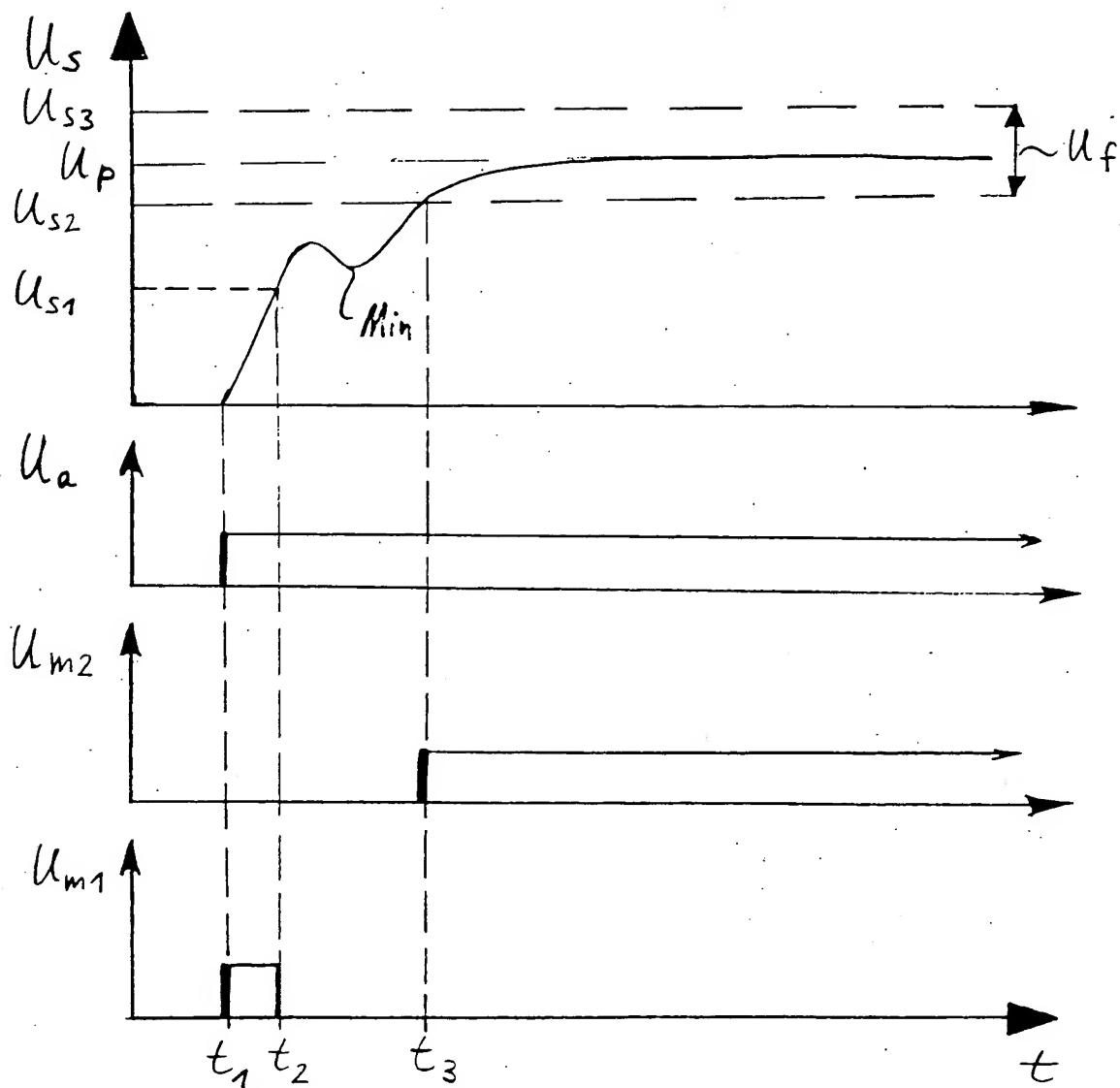


Fig. 3

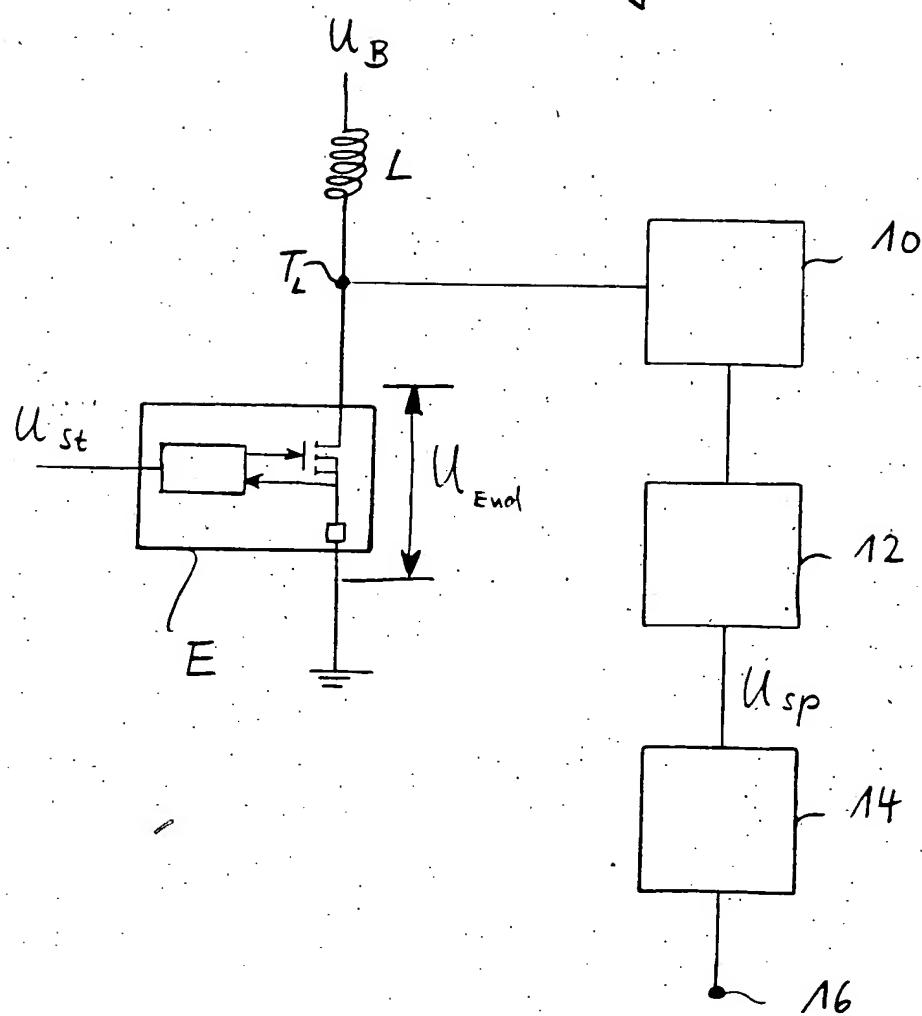


Fig. 4

